

„TECHNOLOGIE LOTNICZEGO I SATELITARNEGO ZOBRAZOWANIA ZIEMI ORAZ USŁUGI Z TYM ZWIĄZANE”

Raport został opracowany i sporządzony w ramach projektu „Proces przedsiębiorczego odkrywania w obszarze technologii lotniczych i z nimi powiązanych” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Działania 1.3 Profesjonalizacja IOB Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego na lata 2014-2020

Blue Dot Solutions sp. z o.o.

25 marca 2019 r.



SPIS TREŚCI:

ROZWÓJ SEKTORA KOSMICZNEGO W POLSCE I W REGIONIE ŚLĄSKIM.	3
HISTORIA	3
STAN OBECNY	6
PERSPEKTYWY	8
USŁUGI TYPU DOWNSTREAM ZWIĄZANE Z PRZETWARZANIEM DANYCH SATELITARNYCH I LOTNICZYCH.	11
DOWNSTREAM	11
OBSERWACYJNE DANE SATELITARNE	12
DANE BEZPŁATNE I DANE KOMERCYJNE	13
DANE OPTYCZNE	15
DANE RADAROWE	17
INNE DANE OBSERWACJI ZIEMI	18
DANE LOTNICZE	18
DANE Z DRONÓW	19
RODZAJE USŁUG PRZETWARZANIA DANYCH	20
MAPY	20
NUMERYCZNE MODELE TERENU	20
KLASYFIKACJA UŻYTKOWANIA TERENU	21
IDENTYFIKACJA I MONITORING	21
PLANOWANIE PRZESTRZENNE	22
ROLNICTWO	22
LEŚNICTWO	23
ŚRODOWISKO I GOSPODARKA WODNA	23
ZARZĄDZANIE KRYZYSOWE I BEZPIECZEŃSTWO	24
METEOROLOGIA	25
MONITORING OSIADANIA GRUNTÓW	25
POTENCJALNE POTRZEBY UŻYTKOWNIKÓW USŁUG WYNIKAJĄCYCH Z PRZETWARZANIA DANYCH SATELITARNYCH.	26
ADMINISTRACJA	26
WOJSKO	28
UCZELNIE I INSTYTUTY NAUKOWE	29
PRODUCENCI ROLNI I FIRMY W BRANŻY ROLNICZEJ	29
LEŚNICY	30
FIRMY UBEZPIECZENIOWE	30
KOPALNIE	32
INNE PODMIOTY	32
LITERATURA	34

1. ROZWÓJ SEKTORA KOSMICZNEGO W POLSCE I W REGIONIE ŚLĄSKIM.

1.1. HISTORIA

Po zakończeniu II Wojny Światowej jednym z pierwszych miejsc w Polsce, z którym kojarzyć można załóżki powstawania sektora kosmicznego jest Pustynia Błędowska. To tam od 1958 roku startowały pierwsze rakiety budowane w Polsce. Za najciekawsze uznawane są dziś rakiety Meteor, których starty rozpoczęły się w 1966 roku. Były to meteorologiczne rakiety, jedno i dwustopniowe, zaprojektowane w warszawskim Instytucie Lotnictwa i produkowane w zakładach WSK-Mielec (obecnie PZL - Państwowe Zakłady Lotnicze).

Ważnym przyspieszeniem rozwoju sektora stało się z pewnością włączenie Polski do międzynarodowego programu Interkosmos, który opierał się na współpracy ze Związkiem Radzieckim. W 1973 roku, na pokładzie satelity Kopernik-500 (Interkosmos-9) został wysłany na orbitę pierwszy polski instrument badawczy, mający za zadanie przeprowadzić pomiary promieniowania słonecznego. Realizacja zadań wynikających z tej współpracy wymagała utworzenia w Polsce jednostki posiadającej stosowne kompetencje, był to jeden z argumentów za powołaniem (29 września 1976) Centrum Badań Kosmicznych (CBK) Polskiej Akademii Nauk, które rozpoczęło swoją działalność 1 lutego 1977 roku.

Udział w programie Interkosmos pozwolił także na udział pierwszego, jak dotąd jedyne, polskiego astronauty w misji kosmicznej. W 1978 roku na pokładzie statku Soyuz-30 poleciał Mirosław Hermaszewski, który w czasie ośmiodniowej misji prowadził eksperymenty na pokładzie radzieckiej stacji kosmicznej Salut 6.

Należy także odnotować, że Instytut Geodezji i Kartografii (IGiK) w Warszawie (utworzony w 1945 roku) w połowie lat 70. XX wieku otrzymał pierwsze zobrażenia satelitarne. Były to zobrażenia wykonane przez amerykańskiego satelitę Landsat-1 przedstawiające obszar Górnego Śląska. Na podstawie m.in. tych danych opracowano pierwsze mapy przedstawiające zasięgi dymów i zanieczyszczeń powietrza pyłami na Górnym Śląsku oraz w dolinie górnej Odry. Przełożyło się to na utworzenie i uruchomienie z dniem 1 stycznia 1976 roku w ramach IGiK: Ośrodka Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych

(OPOLiS), który stał się krajowym centrum teledetekcji. Z początkiem 1992 r. Ośrodek Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych zmienił nazwę na Ośrodek Teledetekcji i Informacji Przestrzennej, który zachował akronim OPOLiS¹.

Kolejnym dużym przełomem, który nastąpił już po zmianie ustrojowej Polski w 1989 roku, było podpisanie w 1994 roku pierwszej umowy z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA) o współpracy w zakresie pokojowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej. To otworzyło Polsce drzwi do szerokiej współpracy sektora kosmicznego z państwami zachodnimi. M.in. dzięki rozszerzeniu tej umowy w 2002 roku Polacy mogli brać udział w programach naukowych ESA w najważniejszych projektach i misjach badawczych: Cassini-Huygens, Integral, Mars Express, Rosetta, Venus Express i Herschel.

W 2007 roku podpisano z ESA Porozumienie o Europejskim Państwie Współpracującym (PECS), co stworzyło możliwości finansowania 45 projektów dla polskich firm, uczelni i instytucji naukowo-badawczych. Był to etap przygotowujący nasze państwo do pełnego członkostwa w ESA.

W listopadzie 2012 roku Polska ostatecznie została dwudziestym państwem członkowskim Europejskiej Agencji Kosmicznej, stając się pełnoprawnym członkiem i uczestnikiem dużej liczby ważnych programów tej Agencji.

Obecnie Polska bierze udział w następujących programach opcjonalnych ESA²:

- Obserwacje Ziemi
- Nawigacja
- Telekomunikacja i zintegrowane aplikacje
- Loty załogowe i eksploracja
- System informacji o sytuacji w przestrzeni kosmicznej (SSA)
- Program ogólnego wsparcia technologii (GSTP)
- Program budowy instrumentów naukowych ESA (PRODEX)

Dla polskiego sektora kosmicznego kolejnym bardzo ważnym wydarzeniem było powstanie 31 października 2012 roku Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego (ZPSK), który zrzesza polskie przedsiębiorstwa oraz instytucje naukowo-badawcze działające w tej branży. Był to bardzo wyraźny i ważny sygnał dla gospodarki, polityki oraz nauki, pokazujący, że

¹ "Zastosowanie teledetekcji satelitarnej w badaniach środowiska w Polsce". A. Ciołkosz, S. Białousz. Nauka 3/2008

² http://www.esa.int/pol/ESA_in_your_country/Poland/Polaska_w_kosmosie

sektor kosmiczny w Polsce istnieje i dynamicznie się rozwija. W chwili obecnej do ZPSK należy 68 podmiotów.

Zwieńczeniem dotychczasowego rozwoju polskiego sektora kosmicznego było powołanie, ustawą z dnia 26 września 2014 roku, Polskiej Agencji Kosmicznej (PAK). Agencja wspiera polski przemysł kosmiczny, łącząc świat biznesu i nauki oraz pomagając przedsiębiorcom przy współpracy z ESA. Z udziałem PAK powstały ważne dla sektora dokumenty takie jak Polska Strategia Kosmiczna oraz Krajowy Program Kosmiczny, które porządkują wiele zagadnień, wyznaczają kierunki badań i rozwoju na następne lata oraz organizują środki finansowe na realizację określonych projektów i kierunków rozwoju.

Zgodnie z ustawą³ i Planem Działania Agencji zasadnicze dziedziny aktywności PAK to:

- wspieranie resortów odpowiedzialnych za poszczególne obszary działalności kosmicznej w sprawach merytorycznych i w kontaktach międzynarodowych,
- zaangażowanie w działalność wspierającą polską obronność i bezpieczeństwo przy pomocy technik i technologii kosmicznych,
- zapewnienie polskiej administracji dostępu do danych i serwisów związanych z wykorzystaniem satelitarnych systemów nawigacyjnych i obserwacji Ziemi,
- sprzyjanie rozwojowi polskich badań kosmicznych i sektora przemysłowego oraz zapewnienie harmonijnej współpracy między nauką a przemysłem,
- wspieranie programów edukacyjnych wszystkich szczebli dotyczących wiedzy, badań i technologii kosmicznych.

³ Ustawa z dnia 26 września 2014 r. o Polskiej Agencji Kosmicznej (Dz.U. 2014 poz. 1533)

1.2. STAN OBECNY

“Polski rynek firm kosmicznych liczy obecnie ok. 300 podmiotów, pracuje w nim łącznie niemal 3000 osób, a jego wartość systematycznie rośnie - obecnie jest wyceniany na 150 mln zł - dane Agencji Rozwoju Przemysłu (ARP)⁴” z 2018 roku.

Jak już wcześniej odnotowano, dziś do Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego przynależy 68 podmiotów. Pokrywają one dość równomiernie wszystkie obszary “upstream”, zdefiniowane przez ESA w “Drzewie Technologicznym” (ESA - Technology Tree⁵), składające się z 25 “Domen Technologicznych” takich jak: Systemy pokładowe „On-board Data”, Oprogramowanie Systemów Kosmicznych itp. Blisko połowa podmiotów świadczy też usługi w ramach co najmniej jednego z czterech głównych obszarów:

- usługi i aplikacje wykorzystujące zobrazowania Ziemi,
- usługi i aplikacje wykorzystujące systemy nawigacji satelitarnej (GNSS),
- usługi i aplikacje wykorzystujące technologie łączności satelitarnej,
- zintegrowane aplikacje.

Co najciekawsze, wg. stanu deklarowanego na 2018 rok, aż 24 podmioty należące do ZPSK świadczyły usługi związane z wykorzystywaniem danych obserwacji Ziemi.

Wśród firm zrzeszonych w ZPSK z regionu Śląska znajdziemy dwie:

- Śląskie Centrum Naukowo - Technologiczne Przemysłu Lotniczego Sp. z o. o. (Czechowice-Dziedzice).
- KP Labs Sp. z o.o. (Gliwice) - *“KP Labs została utworzona przez grupę inżynierów związanych z Politechniką Śląską, którzy dostrzegli potencjał tkwiący w połączeniu ich naukowych pasji i biznesu. Działalność spółki skupia się na wytwarzaniu zaawansowanych rozwiązań informatycznych w zakresie wizji komputerowej i uczenia maszynowego (machine learning).⁶”*

⁴ <https://www.money.pl/gielda/wiadomosci/arttykul/arp-rynek-firm-kosmicznych-w-polsce-jest,23,0,2414615.html>

⁵ https://www.belspo.be/belspo//space/doc/beIndu/ESA_Technology_Tree_V3_0.pdf

⁶ <https://www.kplabs.pl/>

Spośród innych firm i instytucji związanych z sektorem kosmicznym z regionu Śląska wymienić można:

- FP Instruments sp. z o. o. (Gliwice) - zajmująca się projektowaniem i produkcją precyzyjnej elektroniki na potrzeby przemysłowe.
- Future Processing sp. z o. o. (Gliwice) - zajmująca się tworzeniem dedykowanego oprogramowania, posiadająca doświadczenia w analizie danych obrazowych i wykorzystania nauczania maszynowego.

Koniecznym odnotować należy, że firmy: KP Labs, FP Instruments i Future Processing stworzyły konsorcjum o nazwie FP Space, którego zadaniem jest budowa satelity obserwacji Ziemi. Projekt nosi nazwę Intuition-1 i zakłada budowę satelity klasy 6U⁷ oraz jego umieszczenie na Niskiej Orbicie Ziemi (LEO) w 2022 roku. Projekt jest dofinansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Kilka podmiotów z regionu Śląska odnotowuje także baza EMITS⁸ Europejskiej Agencji Kosmicznej, co oznacza, że jest więcej podmiotów, które przynajmniej próbowały brać udział w projektach ESA:

- SkyTech Research sp. z o. o. (Gliwice) - <http://skytechresearch.com/home/>
- PROGRESJA s.a. (Katowice) - <http://www.progresja.co/space>
- LogicBC sp. z o. o. (Rybnik) - <http://logicbc.com/>
- Evertop sp. z o.o. (Chorzów) - <https://www.evertop.pl>

Według publikacji "Space in Science" Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w bazie EMITS znajdują się również:

- Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych Polskiej Akademii Nauk (Zabrze) - <https://cmpw-pan.edu.pl>
- Główny Instytut Górnictwa (Katowice) - <https://www.gig.eu/pl>

W tej samej publikacji - "Space in Science" - Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego bardzo pozytywnie oceniło także Politechnikę Śląską w Gliwicach - jako uczelnię, która posiada bardzo szerokie kompetencje w zakresie m.in. materiałoznawstwa, inżynierii materiałowej, mechatronice, nanotechnologiach, mechanice, automatyce i robotyce, które to mają poważne znaczenie w technologiach kosmicznych. Z kompetencji tych postanowiono

⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/CubeSat>

⁸ <http://emits.sso.esa.int/emits/owa/emits.main>

już skorzystać i Politechnika Śląska przygotowuje się do przygotowywania kadr dla branży lotniczej.

Wszystkie powyższe instytucje, firmy, uczelnie i ośrodki badawcze tworzą obecnie coraz lepiej działający sektor przemysłu - polskiego przemysłu kosmicznego. Coraz więcej z nich, coraz skuteczniej sięga po różne środki krajowe, np. z Polskiej Agencji Kosmicznej, z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, oraz środki europejskie z m.in. Europejskiej Agencji Kosmicznej czy Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej w ramach funduszy programu "Horyzont 2020". Polskie podmioty także coraz lepiej radzą sobie we współpracy międzynarodowej i stale umacniają swoją pozycję na globalnym rynku rozwiązań kosmicznych.

1.3. PERSPEKTYWY

O rozwoju sektora kosmicznego w Polsce w najbliższych latach zdecydują najprawdopodobniej takie kwestie jak skuteczność i konsekwencja w realizacji dwóch kluczowych dokumentów prawnych jakimi są: Polska Strategia Kosmiczna oraz Krajowy Program Kosmiczny.

Polska Strategia Kosmiczna obejmuje horyzont lat 2017-2030. Za koordynację działań i nadzór nad jej realizacją odpowiada Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii. Polska Strategia Kosmiczna jest elementem Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, którego podstawowym założeniem jest stworzenie nowego modelu rozwoju polskiej gospodarki, opartego w większym stopniu na wiedzy, innowacjach i postępie technologicznym niż na niskich kosztach produkcji.

Wdrożenie wieloletniej Polskiej Strategii Kosmicznej ma sprawić, że w roku 2030:

- Polski sektor kosmiczny będzie zdolny do skutecznego konkurowania na rynku europejskim, a jego obroty wyniosą co najmniej 3% ogólnych obrotów tego rynku;
- Polska administracja publiczna będzie wykorzystywać dane satelitarne dla szybszej i skuteczniejszej realizacji swoich zadań, a krajowe przedsiębiorstwa będą w stanie w pełni zaspokoić popyt wewnętrzny na tego typu usługi oraz eksportować je na inne rynki;

- Polska będzie posiadała dostęp do infrastruktury satelitarnej umożliwiającej zaspokojenie jej potrzeb, zwłaszcza w dziedzinie bezpieczeństwa i obronności.

Krajowy Program Kosmiczny (KPK)⁹ opracowano pod koniec 2018 i ma od obejmować realizację 54 kluczowych projektów wspierających rozwój polskiej branży kosmicznej na 3 lata (2019-2021). Zakładany budżet programu wynosi 248,5 mln zł. Dokument, opracowany został przez Polską Agencję Kosmiczną (PAK) w bliskiej współpracy z podmiotami naukowymi i przemysłowymi oraz otoczeniem administracyjnym krajowej branży kosmicznej. Dokument został przekazany jeszcze w grudniu 2018 r. do Prezesa Rady Ministrów nadzorującego działalność Agencji, celem dalszego procedowania.

Celem opracowania i wdrożenia Krajowego Programu Kosmicznego – dokumentu wykonawczego Polskiej Strategii Kosmicznej - ma być zbudowanie systemu optymalnych narzędzi wsparcia finansowego, doradczego i edukacyjnego dla sektora kosmicznego i instytucji realizujących oraz wspierających polską politykę kosmiczną. Działania KPK 2019-2021 zostały ujęte w 8 grup tematycznych: duże projekty, wsparcie sektora downstream, innowacje, otoczenie międzynarodowe, staże i szkolenia, edukacja, promocja oraz pozostałe projekty. Najważniejszą część programu, angażującą 40% jego budżetu, stanowią tzw. projekty duże, których realizacja jest kluczowa dla osiągnięcia pierwszego nadrzędnego celu Polskiej Strategii Kosmicznej – uzyskania przez krajową branżę kosmiczną 3% obrotów europejskiego rynku kosmicznego do 2030 r. Dotyczą one: wsparcia polskiej kosmicznej misji naukowej, rozwoju krajowego systemu świadomości sytuacyjnej w kosmosie, programu projektów zamawianych, rozwoju infrastruktury oraz programu polskich rakiet suborbitalnych.

W KPK poświęca się osobną część w zakresie sektora “downstream”¹⁰:

“Usługi downstream związane z przetwarzaniem obrazów satelitarnych generują większość obrotów i zysków sektora kosmicznego, dlatego polskie podmioty powinny upatrywać w nich swoich szans rozwojowych. Działania przewidziane przez KPK w tym obszarze dotyczą wsparcia rozwoju rynku przetwarzania danych satelitarnych, rozpoznania potrzeb podmiotów państwowych, w tym administracji, która na całym świecie jest głównym odbiorcą narzędzi i usług związanych ze zobrazeniami satelitarnymi oraz wsparcia wykorzystania zobrażeń satelitarnych jako narzędzi do monitorowania środowiska morskiego.

⁹ <https://polsa.gov.pl/krajowy-program-kosmiczny>

¹⁰ <https://polsa.gov.pl/krajowy-program-kosmiczny/wsparcie-sektora-downstream>

Projekty KPK w tym obszarze obejmują w szczególności:

- *Wsparcie użytkowników instytucjonalnych w wykorzystaniu usług satelitarnych*
- *Zdefiniowanie projektów pilotażowych w obszarze downstream*
- *Identyfikację potrzeb użytkowników usług satelitarnych wymagających rozwoju rozwiązań na niższym poziomie gotowości technologicznej (TRL)*
- *Opracowanie i pilotażowe wdrożenie standardu wymiany danych między platformami udostępniającymi dane i produkty obserwacji Ziemi*
- *Utworzenie i utrzymanie polskiego Naziemnego Segmentu Współpracującego ESA*
- *Budowę systemu tematycznych platform eksploatacyjnych*
- *Transfer najlepszych praktyk europejskich w zakresie wykorzystywania technik satelitarnych*
- *Wsparcie zarządzania kryzysowego, ratownictwa i ochrony ludności*
- *Aplikacje satelitarne w obszarze gospodarki wodnej – projekt pilotażowy*
- *Platformę chmurową inteligentnych usług informacyjnych wykorzystujących dane satelitarne dla krajowej administracji i gospodarki morskiej*
- *Procedury pozyskiwania informacji dotyczących stanu środowiska Morza Bałtyckiego*
- *System monitorowania i oceny wiarygodności satelitarnych serwisów pozycyjnych (GNSS)*
- *System lokalizowania i identyfikacji obiektów nawodnych z wykorzystaniem danych satelitarnych.*

Budżet realizacji tych projektów w latach 2019-2021 planowany jest na 49,3 mln zł.”

Pomimo tego, że Krajowy Program Kosmiczny nie został formalnie jeszcze przyjęty to pewne jego obszary, spójnie z Polską Strategią Kosmiczną są realizowane w obszarze “downstreamu”.

Pierwszym ważnym projektem związanym z danymi obserwacji Ziemi jest - projekt „System operacyjnego gromadzenia udostępniania i promocji cyfrowej informacji satelitarnej o środowisku – Sat4Envi”¹¹, który stanowić będzie bezpłatne repozytorium danych satelitarnych (głównie satelitów Sentinel oraz innych danych Programu Copernicus) dla administracji publicznej w Polsce. Projekt uzyskał dofinansowanie w ramach Operacyjnego Programu Polska Cyfrowa, w wysokości 17 903 900 zł. Środki pochodzą z budżetu środków europejskich (84.63%) i z budżetu państwa (15.37%). Zakończenie projektu planowane jest

¹¹ <http://www.imgw.pl/2018/01/24/system-operacyjnego-gromadzenia-udostepniania-i-promocji-cyfrowej-informacji-satelitarnej-o-srodowisku-sat4envi/>

na listopad 2020 r. a jego realizacja powinna w znaczącym stopniu zachęcić administrację publiczną w Polsce do bardziej powszechnego stosowania danych obserwacji Ziemi w swoich działaniach. Wykreowany popyt ma szansę rozwinąć rynek przetwarzania danych obserwacyjnych na rynku komercyjnym.

Drugim niezwykle istotnym projektem realizowanym w Polsce jest CreoDias: *“Uruchomienie platformy CREODIAS to pierwszy etap realizacji największego w historii polskiej branży kosmicznej, wartego ok. 15 mln euro, kontraktu, pozyskanego (...) przez konsorcjum w składzie Creotech Instruments S.A., CloudFerro Sp. z o.o., Wrocławski Instytut Zastosowań Informatyki Przestrzennej i Sztucznej Inteligencji (WIZIPISI), Eversis, Sinergise i Geomatys. Projekt jest częścią przedsięwzięcia Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA), którego celem jest zapewnienie dostępu do danych i informacji pochodzących z programu obserwacji Ziemi Copernicus (ang. Copernicus Data and Information Access Services - CDIAS).¹²”* Podobnie do programu Sat4Envi w programie DIAS chodzi o dostęp do obrazów satelitarnych Ziemi, ale ma to być zasób dla użytku komercyjnego wszelkich podmiotów działających na rynku, a które chcą czy potrzebują używać danych obserwacyjnych w swoich analizach. W chwili obecnej w Unii Europejskiej realizowane są cztery takie projekty budowy repozytoriów danych satelitarnych (głównie danych Copernicus), które w przyszłości mają konkurować ze sobą na globalnym rynku komercyjnym.

2. USŁUGI TYPU DOWNSTREAM ZWIĄZANE Z PRZETWARZANIEM DANYCH SATELITARNYCH I LOTNICZYCH.

2.1. DOWNSTREAM

W sektorze kosmicznym podział na produkty, usługi i technologie “upstream” oraz “downstream” jest dość naturalny i wynika z ogólnego rozdzielenia:

- rozwiązania związane z wysyłaniem obiektów (raket, sond, satelitów itp.) w przestrzeń kosmiczną określa się mianem “upstreamu”;

¹² <https://www.space24.pl/ruszyla-platforma-creodias-najwieksze-przedswiezecie-polskiej-branzy-kosmicznej-wideo>

- a wykorzystanie danych pochodzących z obiektów i urządzeń umieszczonych w kosmosie, ich analiza, przetwarzanie, wykorzystanie itd. określa się jako “downstream”.

Jest to bardzo wyraźne i czytelne w trzech głównych obszarach wykorzystania kosmosu:

- Systemy Globalnej Nawigacji Satelitarnej (GNSS - Global Navigation Satellite System), takie jak amerykański GPS czy europejski Galileo;
- Systemy Łączności Satelitarnej (SatCom - Satellite Communication) - choćby systemy transmisji telewizji satelitarnej czy telefonii satelitarnej;
- Systemy Obserwacji Ziemi (EO - Earth Observation) - satelity obserwacyjne Ziemi, które fotografują nieustannie powierzchnię naszego globu.

W powyższych obszarach do zagadnień “upstream” zaklasyfikować należy cały proces technologiczny wymyślenia, badań, tworzenia i budowy, wyniesienia oraz obsługi satelitów realizujących zadania nawigacji, łączności i obserwacji. Jako “downstream” traktować należy natomiast cały zakres wykorzystania usług i danych które te satelity dostarczają:

- w przypadku nawigacji będą to dane lokalizujące (usługi które każdy z nas wykorzystuje włączając nawigację w smartphonie);
- w przypadku łączności będzie to dostęp do telewizji satelitarnej, satelitarnej komunikacji Internetowej czy głosowej;
- w przypadku obserwacji Ziemi będą to zobrazowania satelitarne wykonywane w różnych zakresach fal elektromagnetycznych dla Ziemi (i innych ciał niebieskich) dostarczane do różnych zastosowań.

2.2. OBSERWACYJNE DANE SATELITARNE

Dane obserwacji Ziemi gromadzone są i przesyłane na Ziemię nieustająco przez ponad 100 satelitów obserwacyjnych należących do różnych państw, wspólnot i firm prywatnych. Wiele państw posiada własne satelity obserwacyjne i wykorzystuje dane z nich wyłącznie do wewnętrznych celów związanych z bezpieczeństwem i obronnością. Pomimo to na rynku dostępnych jest bardzo dużo różnych danych obserwacyjnych, które wykorzystać może każdy, w dowolny sposób, czasem nawet bezpłatnie.

W kolejnych podpunktach przybliżone zostaną najważniejsze aspekty podziału danych satelitarnych w zależności od sposobu ich pozyskania oraz ich charakteru.

2.2.1. DANE BEZPŁATNE I DANE KOMERCYJNE

Największym dostawcą bezpłatnych danych satelitarnych są Stany Zjednoczone. Zgodnie z ich polityką, wszystkie dane pozyskiwane z satelitów zbudowanych do celów cywilnych z pieniędzy publicznych są dostępne publicznie i bezpłatnie. W budowę i obsługę większości ich satelitów zaangażowana jest NASA, jednak formalnie za udostępnianie danych odpowiadają takie instytucje jak:

- National Oceanic and Atmospheric Administration - odpowiedzialne (w zakresie danych satelitarnych) za dane pochodzące z satelitów meteorologicznych, zarówno geostacjonarnych (np. GOES) jak i polarnych (NOAA).
- United States Geological Survey - odpowiedzialne za udostępnianie danych obserwacji Ziemi m.in. z satelitów Landsat.

Wyjaśnić należy, że satelity meteorologiczne gromadzą dane w sposób ciągły, w praktyce oznacza to, że aktualne zdjęcia ze wspomnianych wyżej satelitów dostępne jest w Internecie co 15 minut. Między innymi dzięki tym danym mogą powstawać różnego rodzaju serwisy z prognozą pogody - dane te publikowane są na otwartej licencji.

Warto także szczególnie zwrócić uwagę na program Landsat, którego pierwszy satelita (Landsat 1) uruchomiony został 23 lipca 1972 roku. Obecnie aktywne są satelity Landsat-7 i Landsat-8 wykonujące zobrażenia każdego miejsca na Ziemi co kilka dni. Te wszystkie dane także są bezpłatnie dostępne w Internecie na otwartej licencji.

Przeniesieniem doświadczeń amerykańskich na rynek europejski jest Program Copernicus, który jest przedsięwzięciem realizowanym przez Komisję Europejską i Europejską Agencję Kosmiczną (ESA). W ramach projektu opracowywane są różnej klasy satelity prowadzące obserwacje do różnych celów:

- Sentinel-1 to rodzina satelitów do gromadzenia danych obserwacyjnych radarowych (SAR) - wykonuje zdjęcia co 1-3 dni dla każdego miejsca na Ziemi;

- Sentinel-2 to rodzina satelitów obserwacyjnych optycznych pasma widzialnego, ultrafioletu i podczerwieni - obecnie wykonuje zdjęcia co ok 5 dni dla każdego miejsca na Ziemi;
- Sentinel-3 to satelita do monitoringu wód, oceanów i lądów oraz ich zmian - pomiaru ich temperatury i innych parametrów środowiskowych;
- Sentinel-4 to planowany dopiero satelita do monitoringu atmosfery;
- Sentinel-5 to satelita gromadzący dane o stężeniu różnych gazów oraz pyłów w atmosferze, obecnie działa na orbicie Sentinel-5P (P od prototyp).

Dane Copernicus także dostępne są na otwartej licencji dla każdego. Obecnie ich pobieranie z zasobów jest bezpłatne, jednak z uwagi na rosnące koszty gromadzenia tak olbrzymiego zasobu danych (sięgający ok 10 TeraBajtów nowych danych dziennie!) Komisja Europejska szuka obecnie sposobu wprowadzenia odpłatności za pobieranie tych danych.

Dane satelitarne dostarczają także prywatne firmy na zasadach komercyjnych. Wśród najważniejszych dostawców wskazać należy:

- DigitalGlobe (USA) - dysponujący konstelacją 4 optycznych satelitów WorldView, z których najnowszy WorldView-4 dostarcza danych o największej szczegółowości spośród wszystkich dostępnych (na rynku cywilnym), potrafi wykonać zobrazenia o rozdzielczości terenowej piksela 31 x 31 cm.
- Airbus Defence & Space (Europa) - dysponujący zróżnicowanymi satelitami optycznymi i radarowymi o różnej rozdzielczości, m.in.: SPOT-5/6/7, Pleiades-1A/1B, TerraSAR-X/TanDEM-X/PAZ. Satelity Pleiades potrafią (na zamówienie) wykonać zobrazenia dowolnego miejsca na świecie, każdego dnia roku (zamówienie można złożyć nawet 1 dzień wcześniej) ze szczegółowością ok 50 x 50 cm na piksel.
- Planet (USA/Europa, wcześniej Planet Labs) - dość młoda firma która buduje swoją (multi)konstelację optycznych satelitów obserwacyjnych, których planuje docelowo mieć na orbicie kilkadziesiąt (około 100). Dzięki takiemu podejściu firma oferuje nie tyle dane satelitarne co usługę dostępu do danych satelitarnych, które dla dowolnego obszaru odświeżane są co kilka godzin.
- IcEYE (Finlandia/Polska) - firma będąca obecnie startupem, która wdraża multikonstelację satelitów analogiczną do Planet - ale będą to satelity radarowe (SAR).

2.2.2. DANE OPTYCZNE

Wśród wszystkich satelitów obserwacji Ziemi dominują te dostarczające dane w zakresie widzialnego promieniowania optycznego. Wynika to przede wszystkim z łatwości interpretacji takich danych - można je po prostu obejrzyć w formie zdjęcia czarnobiałego (panchromatycznego) lub kolorowego. Na podstawie zdjęć optycznych można także z powodzeniem prowadzić cały szereg badań i analiz, które opisane zostały w osobnym rozdziale. Satelity optyczne wyposażone są obecnie w sensory cyfrowe, które pozwalają na wykonanie zdjęć i ich natychmiastowy transfer do stacji naziemnej i użytkowników.

W ogólnym uproszczeniu obserwacje Ziemi można podzielić na trzy typy ze względu na szczegółowość zdjęć. Ponieważ szybki rozwój technologiczny sprawia, że oferowane są na rynku zobrazowania o coraz większej szczegółowości (coraz mniejszej wielkości terenowej piksela) zacierają się dawne definicje szczegółowości zdjęć i dziś należałoby przyjąć następujący podział:

- Dane o niskiej rozdzielczości, czyli takie gdzie jeden piksel ma wymiary powyżej 1 km, które przede wszystkim wykorzystywane są do analiz meteorologicznych, ogólnogeograficznych, środowiskowych itp. Zaletą takich zobrazowań jest możliwość wykonywania zdjęć na których widoczny jest bardzo duży obszar Ziemi. Są one w stanie monitorować niemalże całe półkule Ziemi, całe oceany czy kontynenty. Satelity takie znajdują się często na orbitach geostacjonarnych (35 786 km nad równikiem), dzięki czemu monitorują stały obszar Ziemi. Najlepszym przykładem są tu satelity meteorologiczne, które dzięki stabilnej orbicie mogą w sposób ciągły przesyłać informacje o zachmurzeniu i innych parametrach pogody, wykonując zdjęcia co kilka-kilkanaście minut. Rzadziej używane są do tego celu tzw. satelity "polarne", czyli takie które cały czas okrążają Ziemię na niskiej orbicie (LEO - Low Earth Orbit) - ok 600-800 km nad Ziemią - po prostu jest to zbyt mała odległość aby fotografować duże obszary.
- Dane o średniej rozdzielczości, czyli takie których szczegółowość wynosi powyżej 10 metrów na piksel. Takie satelity obserwacyjne praktycznie wyłącznie są satelitami "polarnymi" na orbicie LEO. Doskonałymi przykładami takich satelitów

obserwacyjnych będą wspomniane wcześniej Landsat-8 (o rozdzielczości 15-30 metrów na piksel dla podstawowych kanałów barwnych) czy Sentinel-2 (o rozdzielczości 10 metrów dla podstawowych kanałów barwnych).

W przypadku satelity Landsat-8 (USGS, USA) jest on w stanie wykonać zdjęcia które mają rozmiar około 180-185 km (tzw. wielkość sceny) i dostarczyć około 440 zobrazowań dziennie. Zdjęcia wykonywane są jednocześnie jako obraz czarnobiały (panchromatyczny) o rozdzielczości 15 metrów, osobne kanały barwne (w zakresie fal widzialnych): niebieski, zielony, czerwony o rozdzielczości 30 metrów, osobne kanały w zakresie ultrafioletu, bliskiej podczerwieni (IR/SWIR), oraz w zakresie podczerwieni termalnej.

W przypadku satelity Sentinel-2 (ESA, UE) wykonywane są zobrazowania w aż 13 różnych kanałach, o różnej szczegółowości. Te podstawowe mają rozdzielczość 10 metrów, pozostałe 30 i 60 metrów. Wielkość pojedynczego zdjęcia (sceny) to ok 290 x 290 km.

Jak opisano wcześniej, oba te satelity (Landsat i Sentinel) wykonują zdjęcia w szeregach, które są transmitowane do stacji naziemnych i udostępniane użytkownikom na publicznie dostępnych serwerach po kilku-kilkunastu godzinach od wykonania zdjęcia.

Ważną cechą tych zobrazowań jest to, że każde z nich wykonywane jest w pionie do powierzchni Ziemi, każde zdjęcie jest więc wykonane dokładnie “z góry”; dodatkowo satelity te wykonują zdjęcia w sposób ciągły (z pominięciem okresu gdy znajdują się po “ciemnej stronie Ziemi” i wykonywanie zdjęć nie ma sensu) - jest to pewien wyróżnik względem satelitów wysokorozdzielczych.

- Dane o wysokiej rozdzielczości, lepszej niż 10 metrów, czy ultra wysokiej rozdzielczości - czyli o szczegółowości większej niż 1 metr, to domena przede wszystkim satelitów komercyjnych. Oprócz lepszych parametrów w zakresie szczegółowości trzeba zwrócić uwagę na zupełnie inny charakter pracy i zdolności tych satelitów. Przede wszystkim wykonują one zobrazowania tylko wtedy gdy dostaną program z konkretnym zadaniem do wykonania. Czyli wykonują zobrazowania tylko dla zleconych obszarów. Inną istotną różnicą jest to, że potrafią zmieniać kąt pod którym zdjęcie zostanie wykonane, umożliwiając wykonywanie zobrazowań “ukośnych” (a nie tylko dokładnie z góry). Ma to także istotną zaletę przy “omijaniu chmur”.

Dwa najlepsze przykłady satelitów o ultra wysokiej rozdzielczości to:

Pleiades (Airbus DS) - dwa bliźniacze satelity oferujące zobrazowania panchromatyczne o rozdzielczości 50 cm i barwne (czerwony, niebieski, zielony i bliska podczerwień) o rozdzielczości 2 metrów, są w stanie sfotografować dowolny obszar Ziemi o szerokości ok 20 km każdego dnia. Ponieważ co ok 4-6 godzin wgrzywana jest do nich aktualna prognoza pogody są one w stanie tak dobrać moment i kąt wykonywania zdjęcia dla wskazanego obszaru aby "ominąć" chmury. Wykonane zdjęcie może być dostarczone użytkownikowi nawet w ciągu godziny od jego wykonania.

WorldView-4 (Digital Globe) to satelita o najwyższej dostępnej obecnie rozdzielczości 31 centymetrów na piksel. Rejestruje on zobrazowania o szerokości do ok. 13 km i długości 200 km. Podobnie jak Pleiades rejestruje on zdjęcia w kanale panchromatycznym o rozdzielczości 31 centymetrów i 4 kanały barwne (czerwony, niebieski, zielony i bliska podczerwień) w rozdzielczości 1,24 metra.

Największą wadą zobrazowań satelitarnych optycznych jest problem chmur, jeśli dany obszar jest zasłonięty chmurami to w żaden sposób nie będzie on widoczny z satelity optycznego. Również wykonywanie zdjęć obszarów, w których trwa noc nie ma większego sensu.

2.2.3. DANE RADAROWE

Dane radarowe są mniej popularną, ale bardzo istotną formą wykonywania obserwacji Ziemi. Wykorzystuje się satelity ze specjalną instalacją - tzw. radar z syntetyzowaną aperturą (SAR - Synthetic Aperture Radar), która umożliwia wykonywanie zobrazowań radarowych z niskiej orbity ziemskiej LEO.

Większość satelitów radarowych pozwala na zmienianie szczegółowości obrazów, co jednocześnie wpływa na zasięg zdjęcia, w zależności od potrzeb.

Sentinel-1 (ESA, UE) wykonuje zobrazowania o szczegółowości od 5 do 40 metrów, co przekłada się na wielkość sceny od 80 do 400 km. Analogicznie do Sentinel-2 dane gromadzone są w sposób ciągły i są publicznie dostępne do pobrania z Internetu.

TerraSAR-X (Airbus DS / DLR) to komercyjny satelita, który wykonuje zobrazenia tylko na zamówienie, oferuje szczegółowość od 24 centymetrów na piksel do 40 metrów, co przekłada się na wielkość sceny od ok. 2,5 do 200 kilometrów.

Dane radarowe są trudne do fotointerpretacji, ich zrozumienie wymaga profesjonalnego szkolenia. Jednak ich największą zaletą jest to, że mogą być wykonywane o każdej porze dnia i nocy oraz bez względu na warunki atmosferyczne. Są one całkowicie niezależne od warunków panujących na Ziemi przez co są doskonałym uzupełnieniem dla satelitów optycznych - zwłaszcza dla obszarów geograficznych o dużym zachmurzeniu oraz w sytuacjach potrzeby szybkiego dostępu do danych satelitarnych (np. w sytuacjach kryzysowych, klęsk żywiołowych itp.).

2.2.4. INNE DANE OBSERWACJI ZIEMI

Oprócz danych optycznych i radarowych odnotować należy, że istnieją także inne dane obserwacji Ziemi. Na szczególną uwagę zasługują dane termalne dostarczane przez satelity NASA czy opisany wcześniej Landsat-8, które pozwalają na monitoring temperatury powierzchni Ziemi w różnej skali. Dane o niskiej rozdzielczości pozwalają chociażby na pozyskiwanie danych na potrzeby meteorologiczne czy wykrywanie pożarów. Dane o średniej rozdzielczości (Landsat-8 rejestruje temperaturę z rozdzielczością 100 x 100 metrów) pozwalają na monitorowanie tzw. wysp ciepła (UHI - Urban Heat Island) w miastach.

2.3. DANE LOTNICZE

Z pułapu lotniczego, czyli z odległości około od 500 metrów do 11 kilometrów (najczęściej od 500 metrów do 6 kilometrów) rejestruje się zarówno dane optyczne, radarowe jak i termalne. W zależności od potrzeb i konkretnych zadań w samolocie mogą być zainstalowane kamery o różnych parametrach, pozwalając na rejestrację obrazów o szczegółowości nawet kilku centymetrów. W przeciwieństwie do satelitów, które poruszają się po z góry wyznaczonych orbitach i przelatują nad danym obszarem o ściśle określonych

porach, samoloty mogą wykonywać zadania w dowolnym miejscu i w dowolnym czasie. Naloty lotnicze, dzięki swej elastyczności, są także dużo bardziej odporne na niesprzyjające warunki atmosferyczne, np. mogą być prowadzone pod chmurami.

Do fotografii lotniczej wykorzystuje się najczęściej kamery fotogrametryczn, które analogicznie do czujników satelitarnych rejestrują obrazy w osobnych kanałach barwnych (czerwony, zielony, niebieski i podczerwony).

Do wielu zalet fotografii lotniczych można dodać możliwość wykonywania zdjęć ukośnych, co w przypadku zdjęć satelitarnych jest mocno ograniczone, które znajdują szerokie zastosowanie w dziedzinach związanych z planowaniem przestrzennym czy archeologią. Do niektórych zastosowań wykonuje się także filmy, czyli rejestruje obraz z samolotu w sposób ciągły.

W fotografii lotniczej wykorzystuje się przede wszystkim różnego rodzaju samoloty, czasami także śmigłowce a rzadziej balony (choć historycznie to właśnie balony były pierwsze).

Odnotować należy także możliwość wykonywania z pułapu lotniczego pomiarów laserowych (LIDAR - Light Detection and Ranging), które pozwalają na tworzenie trójwymiarowych modeli terenu.

2.3.1. DANE Z DRONÓW

W ostatnich latach, wraz z popularyzacją i rozwojem różnego rodzaju bezzałogowych statków powietrznych czyli tzw. “dronów” (UAV - unmanned aerial vehicle), coraz częściej wykorzystuje się także takie rozwiązania do gromadzenia danych optycznych. W chwili obecnej przede wszystkim “drony” są w stanie unosić jedynie proste, podstawowe rejestratory obrazu. Co za tym idzie, dane obserwacyjne z dronów mają ograniczone zastosowanie do dalszych analiz. Zazwyczaj dane takie mogą służyć jako ilustracja, proste rozpoznanie danej sytuacji “z lotu ptaka”. Ma to duże zastosowanie komercyjne w zakresie “rozrywkowym” - np. filmy przyrodnicze, imprezy plenerowe, dokumentacja filmowa itp. Jednak najszerszej stosowane są w sytuacjach kryzysowych np. przez straż pożarną czy policję gdy trzeba szybko pozyskać informację o jakimś wydarzeniu natychmiast.

2.4. RODZAJE USŁUG PRZETWARZANIA DANYCH

Dane obserwacyjne, gromadzone przez satelity czy samoloty, mają szerokie zastosowanie w różnych obszarach administracji, gospodarki, nauki czy biznesu. W kolejnych punktach podane zostaną najważniejsze z nich, te które dziś są powszechnie dostępne i znane.

2.4.1. MAPY

Wszelkiego typu zobrazowania, choć przede wszystkim zobrazowania optyczne, szczególnie te średnio rozdzielcze i wysoko rozdzielcze wykorzystywane są w kartografii, zarówno tej ogólnogeograficznej jak i precyzyjnej - geodezyjnej.

Dzięki technice zwanej ortorektyfikacją, czyli przekształcaniu zdjęcia do postaci mapy, możliwe jest uzyskanie z fotografii lotniczej czy satelitarnej ortofotomapy - czyli zdjęcia które posiada precyzyjne odwzorowanie kartograficzne mapy. Dzięki temu można tworzyć nowe mapy klasyczne lub aktualizować istniejące już zasoby mapowe - włączając w to aktualizacje "Państwowych Zasobów Geodezji i Kartografii". Przewagą takiego podejścia od klasycznego gromadzenia danych "w terenie" przez np. geodetów jest zasięg. Jeżeli na jednym zdjęciu satelitarnym o średniej rozdzielczości możemy mieć obszar 200 x 200 km (40 000 km²) to znacząco możemy uprościć i obniżyć koszt stworzenia mapy tego obszaru. Szczególnie jeśli jest to obszar trudno dostępny. Niewątpliwą zaletą takiego podejścia jest także brak granic politycznych - dane możemy pozyskiwać dla dowolnego miejsca i państwa na Świecie.

2.4.2. NUMERYCZNE MODELE TERENU

Dzięki niektórym zdjęciom satelitarnym optycznym (niektóre satelity wykonują zdjęcia tzw. stereo), zdjęciom radarowym, zdjęciom lotniczym i technice LIDAR możliwe jest takie ich przetworzenie aby uzyskać trójwymiarowy widok terenu a tym samym zbudować Numeryczny Model Terenu (NMT) - czyli taki model, który pokazuje pełne trójwymiarowe ukształtowanie terenu. W połączeniu ze wspomnianą wcześniej cechą braku ograniczeń

administracyjnych (granic państwowych) możliwe jest uzyskanie takiego modelu w sposób jednorodny dla dowolnie dużego terenu o dowolnej szczegółowości.

Na rynku dostępne są różne modele tego typu, począwszy od modelu o szczegółowości 30-90 metrów dostępnego bezpłatnie dla całej Ziemi (a wykonanego przede wszystkim dzięki danym radarowym w ramach programu lotów kosmicznych wahadłowców NASA), przez komercyjny model WorldDEM (Airbus DS) o szczegółowości 12 metrów dla całej Ziemi, po modele lokalne - np. modele wykonane dla Polski w ramach projektu ISOK o szczegółowości poniżej 1 metra.

Wspomniane wyżej modele zostały wykonane w latach ubiegłych, więc ich aktualność jest zróżnicowana, sięgając po aktualne dane lotnicze czy satelitarne można zawsze wykonać aktualny model terenu dla interesującego użytkownika obszaru.

W oparciu o takie modele wykonuje się z powodzeniem chociażby plany przeciwpowodziowe czy inne analizy przestrzenne.

2.4.3. KLASYFIKACJA UŻYTKOWANIA TERENU

Jedną z ważniejszych usług, które są opracowywane na podstawie danych obserwacyjnych są klasyfikacje użytkowania terenu, czyli zazwyczaj mapy cyfrowe, które pozwalają określić użytkowanie terenu według wcześniej określonych klas: woda, łąki, lasy, uprawy rolne, zabudowa niska, zabudowa wysoka, pustynia, lodowiec itp. itd. Doskonałym przykładem takiej analizy, a zarazem wielkiej wagi takich danych jest projekt Corine Land Cover, który jest prowadzony w Europie (obecnie w ramach projektu Copernicus) od 1985 roku dla 39 krajów europejskich i stanowi jednolitą klasyfikację użytkowania terenu dla całego tego obszaru na 44 różne klasy. Cały projekt opiera się właśnie o analizy danych satelitarnych (pierwotnie Landsat, obecnie Sentinel). Wszystkie dane uzyskane z tego projektu są powszechnie dostępne i bezpłatne.

Często jednak potrzebne są dane o większej szczegółowości lub bardziej aktualne - w takiej sytuacji z wykorzystaniem danych lotniczych czy satelitarnych można zamówić komercyjnie opracowanie ściśle do potrzeb użytkownika.

2.4.4. IDENTYFIKACJA I MONITORING

Biorąc pod uwagę, że dane satelitarne gromadzone są w sposób ciągły, a ich archiwa sięgają kilkadziesiąt lat wstecz (np. dane Landsat sięgają lat 70tych XX wieku) to ich zastosowania do wykrywania, identyfikacji i monitorowania stanowią niezastąpiony zasób informacji w bardzo wielu dziedzinach i od lat są powszechnie stosowane do różnych celów.

2.4.4.1. PLANOWANIE PRZESTRZENNE

W zakresie planowania przestrzennego dane obserwacyjne służą do monitoringu obszarów zurbanizowanych. Począwszy od dostarczania aktualnej informacji przestrzennej o stanie miast i obszarów wiejskich po możliwość analiz dynamiki ich rozwoju czy urbanizacji - zarówno w charakterze zasięgu, jak i gęstości czy wysokości zabudowy. Dla miast w Polsce od lat wykonuje się ortofotomapy lotnicze i satelitarne, bo są bezcennym źródłem informacji o przestrzeni miejskiej - budynkach, zieleni miejskiej, infrastrukturze itp.

2.4.4.2. ROLNICTWO

Analizy rolnicze to bardzo ważny punkt do stosowania informacji obrazowej. Dzięki różnym danym obserwacyjnym możliwa jest identyfikacja upraw rolnych jak i ich klasyfikacja. Pozwala to na tworzenie map, które z dużą dokładnością i niezwykle aktualnością określają powierzchnię upraw rolnych: zbóż, kukurydzy, rzepaku, ryżu itp. Dzięki takim analizom możliwe jest określenie wielkości plonów każdej z upraw w skali gminy, powiatu, województwa, kraju, kontynentu czy całego świata. Można więc określić gdzie będzie nadmiar a gdzie niedomiar danej uprawy. Analogiczne analizy stosowane są w sadownictwie czy przy hodowli zwierząt. Dane satelitarne wykorzystuje się nawet do monitoringu wielkości i populacji bydła wypasanych owiec czy kóz.

Oprócz analiz obszarowych i wielkościowych plonów rolnych możliwe jest także wykonanie analiz kondycji roślin - dzięki takim analizom jak NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) można określić czy dana uprawa rolna jest w dobrej kondycji, czy jest zagrożona na skutek upałów, zbyt dużych opadów, w skutek działalności szkodników i chorób itd.

Od wielu lat tego typu analizy stosowane są także i wykorzystywane w rolnictwie precyzyjnym - pozwalają one na dokładne określenie miejsc gdzie dana uprawa potrzebuje większego lub mniejszego nawożenia. Co w przypadku rolnictwa intensywnego ma bardzo

duże znaczenie ekonomiczne i pozwala na optymalizację w stosowaniu np. środków ochrony roślin.

2.4.4.3. LEŚNICTWO

Leśnictwo to kolejny przykład obszaru, w którym dane obserwacyjne (w Polsce historycznie głównie lotnicze, ale coraz częściej także satelitarne) mają bardzo szerokie zastosowanie. Zarówno do inwentaryzacji lasów jak i monitoringu ich kondycji wykonuje się analizy danych obrazowych na dużą skalę. W Polsce Lasy Państwowe (w ramach tzw. geomatyki leśnej) od kilkudziesięciu lat wykonują różne opracowania i analizy na potrzeby leśne - zarówno do planów urządzania lasu (np. ortofotomapy leśne jako element leśnej mapy numerycznej) jak i monitoringu kondycji drzew - np. wczesnego wykrycia pojawienia się szkodników leśnych. Jeszcze bardziej szczegółowe opracowania i analizy dla obszarów leśnych wykonują Parki Narodowe w Polsce.

W skali świata wykorzystanie danych satelitarnych w leśnictwie ma także bardzo duże znaczenie. Dane satelitarne są głównym źródłem informacji o zmianach w zasięgu lasów tropikalnych, głównie w kontekście ich wycinki na potrzeby przemysłowe. Ale wspomnieć także należy o wykrywaniu pożarów w lasach (z wykorzystaniem satelitów NASA) powszechnie wykorzystywanych w Stanach Zjednoczonych.

2.4.4.4. ŚRODOWISKO I GOSPODARKA WODNA

Analizy środowiskowe stanowią bardzo szeroki zakres usług i analiz które mogą opierać się lub być wspierane przez dane obrazowe. W szczególności wszelkiego rodzaju analizy i monitoring zasięgu wód: rzek, jezior, mórz i oceanów a także terenów podmokłych i bagiennych czy okresowo zalewanych. Dane satelitarne umożliwiają łatwe i bieżące gromadzenie informacji zarówno o zasięgu wody, kształcie i zmianach linii brzegowej, oraz wysokości poziomu wody - co ma szczególne znaczenie w skali globalnej gdy badany jest poziom mórz i oceanów oraz dynamika jego wzrostu związana z globalnym ociepleniem. Oprócz analiz ilości wody, w warunkach Polski np. w kontekście monitoringu i badań nad tzw. małą retencją możliwy jest także częściowy monitoring jakości wody i zagrożeń z tym związanych. Jako przykład wskazać można wykorzystanie danych radarowych do

identyfikacji i monitoringu “plam oleju” w morzach i oceanach, które doskonale są widoczne na takich obrazowaniach. Ponieważ plamy oleju powstają w sposób naturalny, np. przy uskokach płyt tektonicznych i mogą być dowodem istnienia podwodnych złóż ropy naftowej wykorzystywane są w poszukiwaniach takich złóż. W przypadku plam będących wynikiem uszkodzenia statków (w tym tankowców do przewozu ropy) lub celowego działania człowieka - dane satelitarne pozwalają na ustalenie z jakiego statku i w jakim momencie nastąpił wyciek, następnie pozwalają monitorować jego zasięg i prowadzić działania naprawcze lub ostrzegać przed zagrożeniem zanim taka plama dotrze do lądu.

Oczywistym są wszelkiego innego rodzaju analizy i monitoring obszarów chronionych przyrodniczo: parków narodowych, rezerwatów przyrody, obszarów Natura 2000 itp. Możliwe jest wykrycie prowadzenia nielegalnych lub niebezpiecznych działań w takim obszarze - np. nielegalnej wycinki lasu czy nielegalne wydobywanie kruszców.

W skali globalnej dane satelitarne wykorzystuje się do monitoringu zasięgu lodowców, obszarów pustynnych i wszelkich innych obszarów cennych przyrodniczo.

2.4.4.5. ZARZĄDZANIE KRYZYSOWE I BEZPIECZEŃSTWO

Wykorzystanie danych obserwacyjnych w zarządzaniu kryzysowym i bezpieczeństwie publicznym także staje się coraz powszechniejsze. Wspomniano już o monitoringu występowania pożarów w lasach. Innym ważnym elementem jest wykorzystanie różnego rodzaju danych obrazowych w kontekście opracowań przeciwpowodziowych jak i doraźnego rozwiązywania problemów z tym związanych. Na etapie przygotowań dane obserwacyjne mogą być wykorzystywane do utworzenia Numerycznego Modelu Terenu, który jest podstawą do stworzenia map ryzyka powodziowego, wskazania obszarów narażonych na zalania jak i modelowania sytuacji powodziowej w przypadku przerwania wałów przeciwpowodziowych. Na etapie monitoringu bieżącej sytuacji dane satelitarne wykorzystywane są m.in. do wykrywania zimowego występowania zlodzień na rzekach, które mogą spowodować wystąpienie powodzi. W sytuacji wystąpienia powodzi dane satelitarne są doskonałym źródłem wiedzy do określenia faktycznego zasięgu powodzi, a w połączeniu z innymi danymi przestrzennymi (np. opisanymi wcześniej klasyfikacjami użytkowania terenu) pozwalają na opracowania kolejnych danych o tym jakie dokładnie obszary i o jakim charakterze zostały objęte powodzią - wskazania gdzie znajdują się zakłady przemysłowe lub domy mieszkalne wymagające ewakuacji itp.

W sposób dość analogiczny, dane satelitarne są wykorzystywane przy innych zdarzeniach kryzysowych - wichurach i wiatrolomach, wyciekach czy ulatnianiu się substancji niebezpiecznych - gdzie monitorować można zasięg i wpływ danego zjawiska.

Należy także pamiętać, że dane obrazowe są powszechnie wykorzystywane do monitoringu i ochrony granic - zarówno lądowych jak i morskich. Dzięki takim danym możliwe jest wykrywanie miejsc gdzie dochodzi do nielegalnego przekraczania granicy lub gdzie prowadzona jest inna niepożądana działalność zagrażająca bezpieczeństwu.

Dane satelitarne są także źródłem danych o zbliżających się niebezpieczeństwach takich jak huragany, burze o intensywnych opadach, fronty atmosferyczne niosące niebezpieczne mrozy lub upały.

2.4.4.6. METEOROLOGIA

Współczesna meteorologia praktycznie nie istniałaby bez danych satelitarnych. To z wykorzystaniem bieżących zdjęć monitorowane są fronty atmosferyczne, chmury, opady i wszelkie inne zjawiska dziejące się w atmosferze. W szczególności satelity meteorologiczne Stanów Zjednoczonych ukierunkowane są na wczesne wykrywanie i monitoring zbliżających się tajfunów, burz tropikalnych, trąb powietrznych itp.

Dzięki tym danym coraz lepiej rozumiemy mechanizmy rządzące pogodą w skali globalnej, możemy je monitorować i badać. W rezultacie pozwalają one na generowanie wszelkiego rodzaju ostrzeżeń przed zbliżającym się niebezpieczeństwem. Oczywiście większość współczesnych prognoz pogody (w radiu, telewizji czy Internecie) prezentuje dane pochodzące właśnie z danych satelitarnych.

2.4.5. MONITORING OSIADANIA GRUNTÓW

Możliwość monitorowania osiadania gruntów z wykorzystaniem danych satelitarnych jest elementem dość nowatorskim i nieoczywistym, jednak bardzo dynamicznie obecnie się rozwijającym. Dzięki danym radarowym obserwacji Ziemi możliwe jest bowiem prowadzenie analiz interferometrycznych, a w szczególności Satelitarna Interferometria Radarowa - InSAR (SAR Interferometry), która umożliwia wykrywanie pionowych ruchów terenu z dokładnością pojedynczych milimetrów (!). Opracowania takie powstają na podstawie szeregu zdjęć radarowych danego terenu i pozwalają na analizy o niezwyklej

precyzji. Ma to bardzo szerokie zastosowanie przy monitoringu miast i infrastruktury technicznej w miejscach gdzie takie ruchy terenu mogą mieć miejsce. W szczególności należy wziąć pod uwagę tereny gdzie ruchy terenu występują naturalnie, tereny zagrożone osuwiskami, obszary zagrożone sejsmicznie itp. Ale jeszcze większe może mieć to znaczenie na obszarach gdzie prowadzona jest podziemna działalność człowieka: obszary górnicze, obszary gdzie budowana jest infrastruktura podziemna taka jak metro itp.

Dzięki analizom osiadania gruntów możliwe jest przede wszystkim ostrzeżenie przed pojawieniem się faktycznego zagrożenia. Gdy zagrożony jest obszar zamieszkiwany przez ludzi można podjąć działania zapobiegawcze i naprawcze zanim wydarzy się tragedia. Analogicznie można wykryć zagrożenia dla infrastruktury drogowej (ryzyko uszkodzenia drogi, wiaduktu, tunelu czy mostu) oraz kolejowej.

Oprócz samego ostrzeżenia czy przeciwdziałania często opracowania takie wykorzystywane są do wskazania faktycznej przyczyny występowania osiadania gruntu - na obszarze górniczym wskazać można czy jest to zjawisko naturalne czy spowodowane działalnością którejś z kopalń - często wskazując której konkretnie.

W szerszej skali wykorzystuje się analizy interferometryczne do monitoringu obszarów zagrożonych sejsmicznie co pozwala na ostrzeżenie przed trzęsieniami ziemi, tsunami czy erupcjami wulkanów. Powszechnie stosuje się także te same metody przy analizach obszarów spod których wydobywane są takie surowce jak gaz, ropa naftowa a w szczególności gaz łupkowy.

3. POTENCJALNE POTRZEBY UŻYTKOWNIKÓW USŁUG WYNIKAJĄCYCH Z PRZETWARZANIA DANYCH SATELITARNYCH.

3.1. ADMINISTRACJA

Administracja każdego szczebla wykorzystuje dane satelitarne i produkty czy usługi powstające z ich przetwarzania na każdym szczeblu i niemalże w każdym aspekcie działalności.

Administracja lokalna (gminna) potrzebuje dokładnych danych przestrzennych do prowadzenia zadań związanych z planowaniem przestrzennym na swoim obszarze.

Potrzebuje aktualnych danych w formie ortofotomap i klasyfikacji użytkowania terenu do opracowania “studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego” oraz “miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego”. Często także używa tych danych do wykrywania działalności niepożądanych na swoim terenie: nielegalnych budów i przebudów budynków, nielegalnych wysypisk śmieci, nielegalnych wycinki w obszarach leśnych którymi zarządza itp. Często dane takie są także wykorzystywane do monitoringu zieleni miejskiej, infrastruktury drogowej będącej w zarządzie gminy itp.

Wszelkie inne potrzeby związane z monitoringiem środowiska, rolnictwa, leśnictwa itp. są także istotne dla władz lokalnych. Szczególnie w sytuacjach gdy na terenie gminy wystąpią klęski naturalne, władze gminy często odpowiedzialne są za wypłatę i koordynację działań związanych z odszkodowaniem czy ogólną pomocą (nawet jeśli środki pomocowe pochodzą z budżetu państwa, to gminy często realizują zadania weryfikacji wniosków o pomoc i wypłacają pieniądze) - w takich sytuacjach dane obrazowe są jednym z najlepszych źródeł wiarygodnej i jednorodnej informacji o zasięgu i faktycznych zniszczeniach na danym obszarze. Niezależnie od tego czy weźmiemy pod uwagę szkody rolne spowodowane suszą, czy uszkodzenia dachów budynków na skutek wichury, to w praktycznie każdym przypadku zobrazowania są najlepszym dowodem potwierdzającym stan faktyczny przed i po zdarzeniu.

Podobne dane potrzebują powiaty i miasta na prawach powiatu, w ich przypadku ortofotomapy satelitarne i inne opracowania tego typu wykorzystywane są dodatkowo w zakresie wydawania pozwoleń na budowę, planowania czy koordynacji działań kryzysowych. Ponieważ to w powiatach zlokalizowane są główne zasoby geodezyjne i kartograficzne, tutaj także istnieje potrzeba pozyskiwania danych obserwacyjnych do realizacji zadań związanych z tworzeniem i aktualizacją map. Do zadań powiatu należy także monitoring osuwisk przy którym wykorzystywane mogą być satelitarne mapy interferometryczne.

W skali województwa największe znaczenie mają usługi związane z tworzeniem opracowań użytkowania terenu, które są wykorzystywane zarówno przy opracowaniu “planów przestrzennego zagospodarowania województwa” jak i przy sporządzaniu “audytu krajobrazowego województwa”.

Wśród urzędów centralnych, które zazwyczaj mają swoje regionalne jednostki, które gromadzą i opracowują dane, należy przede wszystkim wskazać takie instytucje jak:

- Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, która odpowiada za dopłaty bezpośrednie w rolnictwie, w których dane satelitarne są jedną z podstaw do określenia zasięgu i typu upraw każdego rolnika.
- Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa - zajmujący się zarządzaniem i obrotem ziemi rolnej będącej własnością skarbu państwa.
- Główny Urząd Statystyczny - prowadzący m.in. monitoring i analizy powierzchni upraw rolnych, obszarów leśnych, obszarów wód - do czego coraz szerzej wykorzystuje dane obserwacyjne.
- Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie (dawniej KZGW/RZGW) wraz z podległymi zarządami zlewni i innymi jednostkami, potrzebuje danych dotyczących ukształtowania terenu, zasięgu i jakości wód oraz narzędzi do monitorowania inwestycji i infrastruktury wodnej, a także poboru wody i innych zasobów (pozwolenia wodno-prawne dotyczą m.in. poboru piasku rzeczego).
- Lasy Państwowe i Parki Narodowe - potrzebują danych w formie ortofotomap oraz analiz kondycji lasów.
- Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad - wykorzystuje dane obrazowe do monitorowania postępów budowy dróg, monitorowania kondycji całej infrastruktury drogowej, a także danych o osuwiskach i ruchach terenu.

Jako osobne zagadnienie przedstawić należy całą strukturę systemu zarządzania kryzysowego, która łączy wszystkie szczeble administracji: od gmin po Rządowe Centrum Bezpieczeństwa oraz wszystkie służby (także na wszystkich szczeblach). W zależności od tego jakie zagrożenie będzie rozpatrywane czy istotne dla danego terenu takie dane będą potrzebne zarówno administracji jak i konkretnym służbom. W szczególności w warunkach Polskich zwraca się uwagę na zagrożenie powodziowe.

3.1.1. WOJSKO

Pisząc o administracji nie sposób nie wspomnieć o potrzebach armii, choć to wyjątkowy użytkownik. Oczywiście jest że obrazowania Ziemi zarówno satelitarne jak i lotnicze mają długą historię a często i podstawę w zastosowaniach militarnych. Wojsko do realizacji swoich zadań bardzo szeroko wykorzystuje dane obserwacyjne wszelkiego typu. Ponieważ

jednak nie jest to instytucja generująca potrzeby na otwartym rynku, realizująca je zazwyczaj w pełni w ramach swoich własnych struktur i procedur, nie zostanie ona szerzej opisana.

3.2. UCZELNIE I INSTYTUTY NAUKOWE

Uczelnie rozumiane jako ośrodki dydaktyczne i kształcące przyszłych specjalistów oraz prowadzące badania rozwojowe nowych technologii są swoistym odbiciem potrzeb całego rynku na dane obrazowe różnego typu. Przede wszystkim są to potrzeby związane z pozyskaniem danych surowych oraz pozyskaniem know-how w obszarach, w których prowadzą badania i dydaktykę.

Warto zwrócić jednak uwagę, że na bardzo wielu kierunkach studiów prowadzi się dydaktykę dotyczącą także wykorzystania danych obrazowych: gospodarka przestrzenna, geografia, leśnictwo, rolnictwo, geodezja i kartografia, ochrona środowiska, meteorologia, archeologia itp. W tych obszarach powstają często prace naukowe (od licencjatu do doktoratu) oraz inne prace badawcze, które generują dużą potrzebę na pozyskiwanie danych najróżniejszego typu. Dodając do powyższego instytuty naukowe, jak choćby Państwowy Instytut Geologiczny - prowadzący badania i monitoring osuwisk oraz niektórych obszarów wydobywczych, czy Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, otrzymamy bardzo istotną grupę klientów i użytkowników bardzo szerokiego spektrum danych.

3.3. PRODUCENCI ROLNI I FIRMY W BRANŻY ROLNICZEJ

Użytkowników z obszaru rolniczego możemy podzielić co najmniej na dwie wyraźne grupy.

Producentów Rolnych, szczególnie z obszarów gdzie mamy duże gospodarstwa rolne i wykorzystywane są nowe technologie wspierające rolnictwo precyzyjne. Tu identyfikować można dużą potrzebę danych o kondycji upraw i roślin (także sadów) na podstawie których opracowane zostaną dokładne i precyzyjne zalecenia nawozowe, które pozwolą na optymalizację nawożenia ze względów ekonomicznych, środowiskowych i prawnych.

To dynamicznie rozwijająca się grupa użytkowników którzy coraz chętniej wykorzystują nowe technologie i chętnie inwestują w tego typu narzędzia.

Firmy z branży rolniczej, w szczególności podmioty skupujące zboża od producentów rolnych. Są to wyspecjalizowane firmy zajmujące się kontraktowaniem i skupem takich upraw jak rzepak, pszenica czy kukurydza. Firmy te mają dużą potrzebę posiadania aktualnej wiedzy na temat powierzchni zasiewów danej uprawy w obszarze ich działalności. Oprócz informacją o wielkości zasiewów istotne są dla nich także informacje o lokalizacji pól uprawnych oraz często także o kondycji tych upraw. Potrzeb tego typu przybywa na rynku rolnym w szybkim tempie.

3.4. LEŚNICY

Leśnicy rozumiani najczęściej jako władze Nadleśnictw Lasów Państwowych regularnie zamawiają surowe dane obserwacyjne, ortofotomapy i inne analizy dotyczące lasów będących w ich zarządzie. Najczęściej zamówienia takie odbywają się w oparciu o procedurę zamówień publicznych. Analogiczne potrzeby i procedury panują w parkach narodowych.

3.5. FIRMY UBEZPIECZENIOWE

Firmy ubezpieczeniowe coraz chętniej sięgają po dane satelitarne do realizacji swoich zadań. Wskazać można trzy główne obszary w których definiują one swoje potrzeby dla produktów i usług satelitarnych, charakterystycznych dla Polski.

Ubezpieczenia rolnicze, w których dane obrazowe są niezwykle użyteczne w dwóch aspektach: zgłoszenia upraw rolnych do ubezpieczenia oraz wystąpienie szkód rolnych na dużym obszarze. W przypadku zgłoszenia upraw do ubezpieczenia ubezpieczyciel potrzebuje aktualną ortofotomapę, która mogłaby być wsparta przez dane z klasyfikacji upraw rolnych. Na tej podstawie ubezpieczyciel może szybko zweryfikować poprawność wniosku ubezpieczeniowego - sprawdzić czy zgadzają się zadeklarowane powierzchnie upraw oraz deklarowane typy upraw.

Jeszcze większe zastosowanie dane obrazowe mają w przypadku wystąpienia szkód w płodach rolnych o dużej skali: wiosenne wymrożenia, gradobicie, susza, powódź itp. Na podstawie aktualnych danych w formie ortofotomapy oraz oceny kondycji roślin (np.

w formie mapy z użyciem indeksu NDVI) można bardzo szybko i precyzyjnie określić faktyczne szkody w uprawach rolnych i uruchomić wypłaty odszkodowań bez czasochłonnych i kosztownych inspekcji terenowych ubezpieczycieli.

Ubezpieczenia powodziowe, w których dane obrazowe a zwłaszcza Numeryczne Modele Terenu oraz mapy historycznych zasięgów powodzi stanowią istotną wartość dla ubezpieczycieli. Na podstawie takich danych mogą oni prowadzić własne oceny ryzyka powodzi dla ubezpieczanych nieruchomości. Szczególnie jeśli pod uwagę weźmiemy koszty ubezpieczenia np. zakładów przemysłowych znajdujących się blisko rzek. W takich warunkach wiarygodna ocena faktycznego ryzyka zagrożenia powodzią ma bardzo wymierną wartość pieniężną.

Trzecim obszarem są ubezpieczenia nieruchomości, budynków i infrastruktury technicznej na obszarach działań górniczych. Ponieważ opisane wcześniej narzędzia do satelitarnego monitoringu osiadania gruntów pozwalają niezwykle precyzyjnie określić rozkład przestrzenny takich osiadań, w następstwie można z dużą wiarygodnością określić faktyczną przyczynę ruchów terenu i powstałych w ich wyniku szkód. Na tej podstawie można ocenić czy dana szkoda powstała w wyniku naturalnych ruchów terenu, prowadzonych prac budowlanych infrastruktury podziemnej czy w wyniku działania danej kopalni. Umożliwia to ubezpieczycielom rozstrzygać spory o odpowiedzialność za szkody w ubezpieczanych przez nich nieruchomościach czy infrastrukturze. Do realizacji takich analiz potrzebne są mapy interferometryczne osiadania gruntów opracowywane przez wyspecjalizowane firmy.

Poza wspomnianymi przypadkami można jeszcze zauważyć rosnącą popularność na świecie wykorzystania danych satelitarnych do monitorowania ruchów statków na morzach i oceanach. Ponieważ system do monitorowania statków System Automatycznej Identyfikacji (AIS - Automatic Identification System) działa tylko w obszarach przybrzeżnych i to nie na całym świecie, to w przypadku otwartych wód dane satelitarne (zwłaszcza dane radarowe) są często jedynym narzędziem monitoringu położenia, kierunku i prędkości statków. Na ich podstawie można analizować przebiegi zdarzeń takich jak kolizje, awarie, uprowadzenia czy inne działania "piratów". Są to wszystko dane bardzo użyteczne dla ubezpieczycieli, którzy ubezpieczają statki jak i towary transportowane statkami.

3.6. KOPALNIE

W zakresie potrzeb na usługi dla kopalń to najbardziej wyraźną potrzebą są mapy osiadania gruntów wykonane techniką interferometrii radarowej (InSAR) o możliwie dużej szczegółowości i precyzji. Dane takie mają szerokie zastosowanie.

Dane o osiadaniu gruntów mają bardzo duże znaczenie przy serwisowaniu górniczej infrastruktury technicznej (naziemnej) - np. wieże szybów górniczych są narażone na niebezpieczne przechylenia w przypadku nierównomiernego osiadania gruntu.

Analogicznie te same dane są istotne dla bezpieczeństwa ludzi, sprzętu i infrastruktury podziemnej. Regularnie analizując rozkład osiadania powierzchni terenu można dostosowywać rozkład przestrzenny prowadzonych prac pod ziemią, wyłączać pewne obszary z eksploatacji lub zmieniać techniki prowadzonych prac aby unikać szkód, tąpnięć czy innych awarii.

Oczywiście w sytuacjach ekstremalnych analiza danych interferometrycznych może wykazać konieczność wstrzymania czy ograniczenia prac, bo będzie zwiastowała poważne zagrożenie wstrząsu czy gwałtownego zapadnięcia się terenu górniczego.

Należy też wspomnieć, że analizy danych interferometrycznych są coraz częściej stosowane nie tylko na etapie eksploatacji złóż i pracy wydobywczej kopalń, ale także na etapie poszukiwań złóż różnego typu: węgla, gazu, ropy czy gazu łupkowego. Często także tego typu analizy wykonuje się po zakończeniu eksploatacji danego złoża aby mieć pewność, że zostało ono właściwie zabezpieczone i nie będzie stanowić zagrożenia w przyszłości.

3.7. INNE PODMIOTY

Na koniec warto wskazać, że wraz ze wzrostem popularności i dostępności danych satelitarnych, rośnie globalna świadomość ich istnienia i powstają zupełnie nowe pomysły i nurty w biznesowym wykorzystaniu danych satelitarnych. Rozwijająca się dopiero w Polsce koncepcja "Alternative Data" zakłada wykorzystanie danych satelitarnych do prognozowania dynamiki wskaźników makroekonomicznych. Najprostszym przykładem może być system obliczający ze zdjęć satelitarnych liczbę samochodów parkujących przed supermarketami na podstawie czego prognozować można wzrost lub spadek sprzedaży detalicznej i skutki tego

w dalszej perspektywie. Na podstawie danych satelitarnych można także analizować ruch na autostradach oraz wykorzystanie parkingów autostradowych, co pomaga podejmować decyzje biznesowe co do lokowania w takich miejscach stacji paliw, hoteli czy punktów gastronomicznych. Coraz powszechniejsze stają się systemy które wykorzystują dane satelitarne do monitorowania ruchu morskiego, na podstawie czego prowadzi się ciągłą ocenę czy towary transportowane pomiędzy kontynentami dotrą na czas, czy nie będzie zatorów i innych niepożądanych sytuacji, które mogą przełożyć się na wyniki finansowe firm. W tego typu analizy coraz częściej włączane są algorytmy sztucznej inteligencji czy uczenia maszynowego.

Przykładów wykorzystania danych satelitarnych w szeroko rozumianym biznesie i białym wywiadzie jest dużo więcej. Jednym z bardziej spektakularnych jest wykorzystanie zobrażeń satelitarnych do analizy stanu magazynowego ropy naftowej w zbiornikach na bliskim wschodzie. Ponieważ zbiorniki te nie posiadają “dachów” to na zdjęciach satelitarnych wyraźnie widać czy zbiorniki są pełne czy puste. Na tej podstawie można z bardzo dużą dokładnością ocenić podaż oleju na rynku w najbliższym czasie, a co za tym idzie prognozować przyszłą cenę ropy naftowej, co na globalnym rynku ma olbrzymią wartość makroekonomiczną.

4. LITERATURA

- Podmioty zarejestrowane w ZPSK - 2018:
<http://space.biz.pl/wp-content/uploads/2018/09/SPACE-PL-podmioty.pdf>
- “Space in Science - Polish Research and Higher Education Sector (Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego):
<https://www.gov.pl/documents/910151/911704/Space.pdf>
- “Polski Sektor Kosmiczny - struktura podmiotowa; możliwości rozwoju; pozyskiwanie środków” (Polska Agencja Kosmiczna, 2017):
https://polsa.gov.pl/images/docs/Polski_Sektor_Kosmiczny_Struktura_podmiotowa_Mozliwosci_rozwoju_pozyskiwanie_srodkow.pdf
- “Analiza Polskiego Sektora Kosmicznego” (Polska Agencja Kosmiczna, 2017):
https://polsa.gov.pl/images/docs/Analiza_polskiego_sektora_kosmicznego.pdf
- “Polski Sektor Kosmiczny - Katalog Wybranych Podmiotów” (Polska Agencja Kosmiczna, 2018):
https://polsa.gov.pl/images/polski_sektor_kosmiczny_katalog_pl_eng/POGLAD_PAK-KATALOG_PL_small.pdf
- “Zastosowanie teledetekcji satelitarnej w badaniach środowiska w Polsce” (A. Ciołkosz, S. Białousz - Nauka 3/2008):
http://www.pan.poznan.pl/nauki/N_308_07_Ciolkosz.pdf
- “Z Historii Zastosowania Cyfrowych Metod Analizy Zdjęć Satelitarnych w Instytucie Geodezji i Kartografii” (A. Ciołkosz, IGIK, 2015):
http://bc.igik.edu.pl/Content/485/SM+nr+20_wyd+jub_9.pdf
- “Newcomers Earth Observation Guide” (ESA):
<https://business.esa.int/newcomers-earth-observation-guide>
- Space Market Uptake in Europe (Parlament Europejski, 2016):
[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/569984/IPOL_STU\(2016\)569984_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/569984/IPOL_STU(2016)569984_EN.pdf)
- Polska Strategia Kosmiczna (Monitor Polski, 2017):
<http://www.monitorpolski.gov.pl/mp/2017/203/M2017000020301.pdf>
- Krajowy Program Kosmiczny (Polska Agencja Kosmiczna, 2018):
https://polsa.gov.pl/images/KPK_2018_FINAL/KPK_proj_20-12-18_small.pdf